

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-75299

(P2000-75299A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 F 1/1337	5 0 5	G 0 2 F 1/1337	5 0 5 2 H 0 9 0
1/1335		1/1335	2 H 0 9 1
1/136	5 0 0	1/136	5 0 0 2 H 0 9 2
G 0 9 G 3/36		G 0 9 G 3/36	5 C 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平10-345440	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成10年12月4日 (1998.12.4)	(72) 発明者	坪山 明 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平10-171232	(72) 発明者	岡田 伸二郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
(32) 優先日	平成10年6月18日 (1998.6.18)	(74) 代理人	100096828 弁理士 渡辺 敬介 (外1名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶素子とその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 ベンド配向を利用して表示を行なう液晶素子において、ベンド化電圧及びベンド配向の保持電圧の低減を図る。

【解決手段】 水平平行配向領域を取り囲むようにハイブリッド配向領域或いは垂直配向領域を形成することにより、ベンド化処理後の無電界時において水平平行配向処理領域の液晶を、ベンド配向に連続的に変移可能なツイスト配向状態で保持する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶に電圧を印加する電極と、液晶層との界面に配向膜を有する一対の基板と、該基板間に挟持されたネマチック液晶層とを有する液晶素子であって、上記基板の少なくとも一方の配向膜が部分的に、液晶分子の長軸が基板面に対して $80\sim 90^\circ$ の角度をもって配向する垂直配向膜領域を有し、該垂直配向膜領域以外の領域において上記液晶がベンド化電圧を印加することによってベンド配向する配向状態にあることを特徴とする液晶素子。

【請求項2】 上記垂直配向膜領域の液晶がツイスト配向状態に連続的に変移し得る配向状態にある請求項1記載の液晶素子。

【請求項3】 上記垂直配向膜領域以外の領域の液晶が全面ツイスト配向している請求項1または2記載の液晶素子。

【請求項4】 上記垂直配向膜領域以外の領域の液晶が部分的にスプレイ配向している請求項1または2記載の液晶素子。

【請求項5】 上記垂直配向膜領域が該領域以外の領域を取り囲んで形成されている請求項1～4のいずれかに記載の液晶素子。

【請求項6】 上記垂直配向膜領域以外の領域が水平配向膜領域である請求項1～5のいずれかに記載の液晶素子。

【請求項7】 上記垂直配向膜領域の液晶がハイブリッド配向している請求項6記載の液晶素子。

【請求項8】 上記垂直配向膜領域の液晶が垂直配向している請求項6記載の液晶素子。

【請求項9】 上下基板のそれぞれの水平配向膜領域の配向方向が上下基板で平行である請求項6記載の液晶素子。

【請求項10】 上下基板のそれぞれの水平配向膜領域の配向方向が上下基板で平行且つ同じ方向である請求項9記載の液晶素子。

【請求項11】 上記垂直配向膜領域が少なくとも画素外に形成されている請求項1～10のいずれかに記載の液晶素子。

【請求項12】 上記液晶がカイラル成分を含まない請求項1～11のいずれかに記載の液晶素子。

【請求項13】 請求項1～12のいずれかに記載の液晶素子の駆動方法であって、ツイスト配向状態とベンド配向状態間の状態変移を光学変換して表示を行なうことを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、パーソナルコンピュータ等のディスプレイに用いられる液晶素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、表示装置として液晶素子が用いられるようになってきたが、一般に広く用いられているのは、液晶セルの上下基板の配向膜のラビング方向を 90° 回転させ、ネマチック液晶を挟持したTN (Twisted Nematic) モードの液晶素子であるが、上下基板の配向膜のラビング方向を同一としてネマチック液晶をスプレイ配向させた液晶素子も知られている。また、上記スプレイ配向した液晶に電圧を印加してベンド配向に配向変化させることによって、応答速度を改善した方式が1983年にP. J. ボス (Bos) 等によって発表されている (πセル)。さらに、このようなベンド配向セルに位相補償を行なうことで視野角特性を改善した技術が1992年に内田等によって発表されている (OCBセル)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記のようなベンド配向型のネマチック液晶素子は、液晶の応答におけるバックフロー現象を抑制することによって応答性を改善、高速化したものであるが、液晶素子として実用化するにはいくつかの問題点があった。

【0004】 その一つには、上記したようにスプレイ配向をベンド配向に転移させるには、電界処理が必要なことであった。スプレイベンド間の配向転移は連続的ではなく、その二つの配向状態間にはディスクリネーションラインが存在するために、核発生 (nucleation) 及びその成長 (growth) というプロセスが必要である。このようなプロセスは全ての領域で核発生させることが困難であると同時に、核発生閾値の制御が難しく、上記電界処理には高電圧をかける必要があった。また、上記核発生によって形成されたベンド領域が成長する速度も印加電圧が高いほど速いが、低電圧では数秒～数分かかる。さらに、実際のマトリクス構造セルでは、画素電極間を経由してベンド領域が成長しにくいという問題もあった。TFT (薄膜トランジスタ) を用いたアクティブマトリクス型のセルにおける電圧の印加法に関してもいくつかの検討がなされている (例えば、IMB, IDW1996, p133 "Initialization of Optically Compensated Bend-mode LCDs", や特開平9-185032号公報)。さらに、上記ベンド化のために印加した電圧を切ると、ベンド配向もスプレイ配向に復帰してしまうために、使用時には再度ベンド化処理が必要であるという問題もあった。

【0005】 本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、上記したようなベンド配向を用いる液晶素子において、(1) スプレイ配向状態をベンド配向状態に転移させるための電界処理、及び(2) 使用時の再ベンド化処理について改善を図ることにあり、具体的には、再ベンド化電圧や保持電圧を低減することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、液晶に電圧を印加する電極と、液晶層との界面に配向膜を有する一対の基板と、該基板間に挟持されたネマチック液晶層とを有する液晶素子であって、上記基板の少なくとも一方の配向膜が部分的に、液晶分子の長軸が基板面に対して80°～90°の角度をもって配向する垂直配向膜領域を有し、該垂直配向膜領域以外の領域において上記液晶がベンド化電圧を印加することによってベンド配向する配向状態にあることを特徴とする液晶素子である。

【0007】また本発明は、上記液晶素子において、ツイスト配向状態とベンド配向状態間の状態変移を光学変換して表示を行なうことを特徴とする液晶素子の駆動方法である。

【0008】

【発明の実施の形態】一対の基板間に液晶を挟持してなる液晶素子において、上下基板の液晶層との界面に水平配向処理を施し、上下基板で該配向処理方向が平行となるように構成すると、液晶注入後の初期状態においては、液晶層の配向状態はブレチルトが5～10°の場合にはスプレイ配向となる。しかし、この状態から液晶層に電圧を印加すると、N₂型ネマチック液晶の場合には、少なくともセル厚み方向の中央部で液晶分子が電界方向に平行に配向し、ベンド配向ないし垂直配向状態を呈する。この状態で電界を切ると液晶層は元のスプレイ配向ではなく、液晶分子長軸が180°ねじれたツイスト配向状態となる。この配向状態はひずみエネルギーが高く、不安定で、通常（周囲がハイブリッド配向ではない場合）は短時間のうちにスプレイ配向状態に戻ってしまうが、周囲がハイブリッド配向或いは垂直配向である場合には180°ねじれたツイスト配向が周囲の影響で安定化され、保存することが可能であることを本発明者等は見出した。

【0009】スプレイ配向状態からベンド配向状態には連続的に変化することができず、この二つの配向状態間にはディスクリネーションラインが存在する。また、上下平行ラビングの場合には、電圧無印加状態ではスプレイ配向が安定で、電圧印加状態ではベンド配向ないしツイスト配向が安定化する。図7に示すように、ツイスト配向状態からベンド配向状態へは連続的に変化することができ、この二つの配向状態の間にはディスクリネーションラインを形成しないことが可能である。従って、ツイスト配向状態からベンド配向状態を形成するには核発生からベンドドメインの成長というプロセスを経由させる必要はない。

【0010】このことは、ベンド配向を利用する液晶素子の実用化にとって大きなメリットになる。即ち、無電界時にツイスト配向を安定に存在させることができれば、使用開始時に毎回ベンド化処理を行なう必要がなく、また、核発生からベンドドメインの成長という実用

上の不安定なプロセスを排除できるからである。

【0011】一般に、無電界時にツイスト配向を安定化させるには、液晶にセル厚に見合った適切な量のカイラルドーバントを混入することで実現される。しかしながら、本発明者等が、自発的にツイスト構造を持つ液晶材料を用いて前述のπセル或いはOCBモードの液晶素子を作製して駆動したところ、

(1) 所定の電圧を印加してベンド配向状態とした場合にも、ある程度ツイスト成分が残り、OCBモードでは、位相補償が不完全になり、コントラストや視野角特性が悪くなる。

(2) 所定の電圧を印加してベンド配向間のスイッチング挙動を光学応答で見ると、特に低電圧側への応答で光量が「バウンド」し、カイラルドーバントを混入しない場合に比べて実質的に応答速度が低下する。

【0012】そこで、我々は、先に述べたように、ノンカイラル液晶を用いて、無電界時に液晶のツイスト配向を安定化させる方法として、液晶素子の配向処理を2つの領域に分けて、一方の領域の液晶層の配向状態によって他方の領域の液晶層の配向状態が制御できるかを検討した。

【0013】具体的には、無電界時に液晶をツイスト配向させる領域に隣接するように、少なくとも一方の基板に垂直配向膜領域を形成することによって可能である。液晶をツイスト配向させる領域（即ちベンド化電圧を印加して液晶をベンド配向させる領域）は、例えば、上下基板に水平配向膜を設け、その配向方向を平行とした水平平行配向領域とすることで形成される。また、垂直配向領域は、上下基板に垂直配向膜領域を設けた垂直配向領域或いは、一方の基板に垂直配向膜領域を、他方の基板には水平配向膜領域を形成したハイブリッド配向領域とする。以下、垂直配向膜領域によりツイスト配向を安定化しうる作用を説明する。

【0014】図8に示すように、液晶素子の画素に相当する領域3を水平平行配向領域とし、当該領域を囲むように画素間4をハイブリッド配向領域とした液晶素子を構成する。尚、ハイブリッド配向領域にも電界印加する必要があるため、この領域にも電界が十分にかかるような電極構成にする。この素子の配向を観察すると、電界処理前後の無電界時において、各配向領域にいくつかの特徴的な液晶の配向構造の異なる配向状態が観察された。各配向構造について図1を参照しながら説明する。尚、図1中(a)はハイブリッド配向領域の、(b)は水平平行配向領域の液晶分子の配向構造を示し、1a、1bは基板、2は液晶のダイレクタである。また、基板1a、1bに平行な矢印はラビング方向を示す。

【0015】先ず、ハイブリッド配向領域に着目する。ハイブリッド配向は、配向処理であるラビング方向を含む基板に垂直な面のみ液晶分子が存在し、そのためクロスニコルに配置した偏光板間で観察すると、偏光子の

10

20

30

40

50

偏光軸とラビング軸を合致させた時、消光位が得られる。この状態で、電界を基板法線方向に印加する（電界印加処理）と、ディスクリネーションを介した配向転移が起きる。再び、無電界に戻すと、電界印加処理前とは異なる配向構造が保持されていることが観察される。この配向構造でも、偏光軸とラビング軸を一致させた時に消光位を持つ。ここで、電界処理前の配向状態をハイブリッドB構造、処理後の配向状態をハイブリッドA構造と呼ぶ。両配向構造とも、クロスニコル偏光板下での偏光軸方向に消光位を持つことと、電界印加処理後のハイブリッドA構造の方がリタデーション値が小さかったことから、図1(a)のような配向構造が帰属できる。

【0016】一方、水平平行配向領域においては、液晶素子作製後、電界印加処理（ベンド化処理）を施すまではスプレイ配向をとる。電界印加処理により、一旦、図2に示すベンド配向化した後、再度無電界状態に戻すと、左回りか右回りのツイスト配向LまたはRをとる。ツイスト配向は、ラビング軸に平行でない成分が存在するために消光位を持たず、簡単にスプレイ配向と判別することができる。このツイスト配向状態は、無電界時でも保持されることが確認された。また、このツイスト配向に1~2V程度の電圧を印加すると、図2のベンド配向に連続的にスムーズに転移する。そのため、ベンド配向を表示に用いるπセルやOCBモードでは非常に有用である。

【0017】以上のように、液晶素子内に2つの異なる配向処理を施した領域を形成することで、電界印加処理により無電界時に異なる配向構造をとらせることができる。即ち、電界印加処理まではスプレイ-ハイブリッドB配向を安定にとり、処理後はツイスト-ハイブリッドA配向を安定にとる。ツイスト配向には、左回りと右回りの2種類があるが、どちらか一方に揃う場合が多い。

【0018】上記のように、電界印加処理前後でそれぞれの配向状態が安定になる理由を、図3~7を参照しながら説明する。

【0019】これらの配向状態の安定性について重要なことは、2つの異なる配向状態の境界領域部にディスクリネーションが介在するかどうかである。2つの異なる配向状態が連続的につながる場合、境界領域部の弾性的なひずみエネルギーは相対的に小さい。一方で、境界領域部で連続的な変化で2つの配向状態をつなげることができない時には、不連続点を介することになり、ディスクリネーションが生まれる。ディスクリネーションは局所的に非常に大きな弾性ひずみエネルギーを持つ。

【0020】例えば、図3及び図4は、スプレイ配向とハイブリッドB配向、A配向との連続性を調べるために、液晶素子をラビング方向を含む基板に対して垂直な断面で切断した時の、液晶ダイレクタの模式図を描いたものである。スプレイ配向とハイブリッドB配向とは、連続的なダイレクタ変化でつなげることができるが、ス

プレイ配向とハイブリッドA配向とは連続的につなげることができず、黒丸で示すようなディスクリネーション（不連続点）の存在が不可欠である。この図4のディスクリネーションは、「液晶の物理学」（チャンドラセカール著、物理学叢書 72、吉岡書店、第145頁）に記載された「ねじれ転傾（ねじれディスクリネーション）」の一種であると考えられる。ディスクリネーション周りのダイレクタがディスクリネーションを挟んで相対するダイレクタの向きが互いに90°の角度を有し、ディスクリネーションを1回転するとダイレクタは180°回転する。同じように、図5と図6に示したように、ハイブリッドB配向とツイスト配向には、ディスクリネーションの介在が必要であるが、一方で、ツイスト配向とハイブリッドA配向は連続的につながる。

【0021】境界領域部の弾性ひずみエネルギーは、ディスクリネーションの有無で、ディスクリネーション有り>ディクリネーション無しである。一方、境界領域部の配向状態の弾性的なひずみエネルギーの大小を考えると、図1から明らかなように、

ハイブリッドA配向<ハイブリッドB配向
スプレイ配向<ツイスト配向

である。本来、それぞれの配向状態単独ではエネルギーの高いハイブリッドB配向やツイスト配向が電界無印加状態で安定に存在できる理由は、ディスクリネーションが介在する配向状態の組み合わせでは、その部分のエネルギーが局所的に高いために、系全体のエネルギーが高くなるためである。従って、

電界印加処理前無電界時：スプレイ配向とハイブリッドB配向

電界印加処理後無電界時：ツイスト配向とハイブリッドA配向

という連続的な変化が可能な組み合わせが最も安定になる。

【0022】電界印加処理後のツイスト配向は、ハイブリッド配向領域を垂直配向にしても保たれることが確認されている。これは、垂直配向とツイスト配向との境界領域部で連続性が保たれるからだと考えられる。

【0023】以上の結果に基づいて、本発明においては、少なくとも一方の基板に垂直配向膜領域を設けることにより、該領域以外の領域における液晶の配向状態を制御することが可能になる。一方の領域の配向状態に着目した時、その配向状態のみを取り出した場合にはエネルギー的に高い状態でも2領域化することで該配向状態を安定化することができる。この技術を用いれば、電界印加処理により配向を転移させた後、無電界でその状態を保持することができ、液晶双安定素子への応用が可能になる。

【0024】液晶双安定素子の例を挙げると、例えば、タナカ(Tanaka)ら(ASIA DISPLAY

10

20

30

40

50

(1995), p259)の発表におけるBistable Twisted Nematic (BTN)が挙げられる。この方式は、例えばユニフォーム状態と 2π ツイスト状態の2つの準安定状態を表示に用いるものである。この素子において、配向領域の異なる2つの領域を形成し、例えば非表示領域をハイブリッド配向とすれば、ユニフォーム状態と 2π ツイスト状態を電圧無印加状態で保持することができる。本来、このBTNは、電圧無印加状態では、数秒から数十秒で(表示には用いない)安定状態である π ツイスト状態に戻ってしまうため、電気信号無印加状態でも表示が可能なメモリー表示素子にはなり得なかった。しかしながら、配向状態の異なる領域による安定化作用を利用することにより、このような素子においてもメモリー表示素子の可能性が開かれる。

【0025】本発明の液晶素子における配向状態の変化を図9を用いて説明する。図9中、11はスプレイ配向領域、12はハイブリッド配向領域、13はベンド配向領域、14はツイスト配向領域である。図9において、(a-1)~(a-3)はハイブリッド配向領域12を持たない従来の構成、(b-1)~(b-4)は本発明の好ましい一実施形態で、所定の領域をハイブリッド配向領域12で取り囲んだ構成の、それぞれの配向状態を示す。

【0026】液晶を注入した直後の液晶素子においては、(a-1)、(b-1)に示すように、ベンド化電圧を印加してベンド配向する領域は全てスプレイ配向領域11となる。この時点ではハイブリッド配向領域12の液晶はハイブリッドB配向している。次に、これらの素子に核発生電圧を印加すると、(a-2)、(b-2)に示すように、スプレイ配向領域11内にベンド配向領域13の核が発生し、さらに昇圧してベンド化電圧を印加すると、(a-3)、(b-3)に示すように、スプレイ配向領域11は全面ベンド配向領域13となる。ここで、ベンド配向を維持するためには保持電圧の印加が必要になる。また、この時点で、ハイブリッド配向領域12の液晶は、ツイスト配向に連続的に変移可能なハイブリッドA配向となっている。

【0027】さらに、(a-3)の構成では、保持電圧を切ると(a-1)の全面スプレイ配向に戻ってしまう。一方、本発明の液晶素子である(b-3)の場合には、周囲をハイブリッド領域12においてハイブリッドA配向している液晶で取り囲まれているため、保持電圧を切ってもスプレイ配向に戻る前のツイスト配向状態で安定化する(b-4)。前記したように、ベンド配向とツイスト配向とは連続しているため、ツイスト配向状態をベンド化するには、上記ベンド化電圧よりも大幅に低い電圧で可能である。また、このようなベンド化電圧を印加せずに、ツイスト配向状態と実質的な垂直配向状態(ベンド配向状態に電圧を印加して基板の液晶との界面

を除く液晶層を実質的に垂直配向させた状態)との間での状態変化を利用して表示を行なうことができる。但し、この場合の応答速度は、ベンド配向状態と実質的な垂直配向状態間での応答速度に比べて遅くなる。応答速度は、液晶にカイラル性を持たせないことで改善することができる。その理由は、カイラル成分を含んだ液晶の場合には、一旦ツイストさせた後にベンド配向させた場合に、駆動電圧の低電圧側でベンド配向よりもツイスト配向が優勢になってしまうためである。

【0028】またさらに、上記構成においては、安定なツイスト配向状態を利用して、ツイスト配向状態とベンド配向状態の間での状態変化を利用して表示を行なうこともできる。

【0029】図9に示した構成は、所定の領域をハイブリッド配向領域で取り囲んだものであるが、ハイブリッド配向領域から距離のある部分では、ベンド配向状態で電圧を切るとツイスト配向で留まることができずスプレイ配向に戻ってしまう場合もある。この時、スプレイ配向に戻った液晶分子によって、ツイスト配向領域の大部分がスプレイ配向に戻る場合もある。しかしながら、ハイブリッド配向領域12は、無電界時でもツイスト配向に連続的に変移し得るハイブリッドA配向を維持しているため、該ハイブリッドA配向の存在によって初期状態におけるベンド化電圧よりも低い電圧印加によってスプレイ配向をベンド配向とすることができる。また、ハイブリッド配向領域12に隣接する領域の液晶分子はハイブリッドA配向の影響を受けて部分的にツイスト配向状態で留まると考えられ、このようなツイスト配向状態の液晶分子が再度ベンド化する際のベンド配向の核となるため再ベンド化電圧の低減に寄与するものとも考えられる。

【0030】このような、スプレイ配向に戻った場合の再ベンド化電圧の低減効果は、ハイブリッド配向領域を垂直配向領域とした場合にも同様に得られ、この場合も、垂直配向領域に隣接する領域の液晶分子が部分的にツイスト配向状態に留まり、ベンド配向の核となるために再ベンド化電圧を低減できるものと考えられる。

【0031】本発明において、特に、電界印加処理後の無電界時にツイスト配向状態を保持する上では、ハイブリッド配向領域或いは垂直配向領域はベンド配向させる領域を取り囲むように形成することが好ましいが、特にこの構成に限定されるものではなく、必要な効果が得られる範囲でドット状或いはストライプ状に形成してもよい。また、この時、各画素をベンド配向させる領域とし、画素間を全てハイブリッド配向領域或いは垂直配向領域としても良いが、複数画素を連続してベンド配向させる領域としても構わない。さらに、ハイブリッド配向領域と垂直配向領域が共存していても構わない。

【0032】本発明において用いられる配向膜としては、少なくとも一方の配向膜に部分的に、液晶分子の長

軸が基板面に対して80°~90°の角度をもって配向する垂直配向膜領域を形成する。このような部分的に垂直配向膜領域を有する配向膜としては、(1)ラビング処理によって水平配向性を発現し、未処理の場合には垂直配向性を示す配向膜や、(2)レジストを利用して水平配向膜上に部分的に垂直配向膜を形成した複層構成の配向膜を用いることが好ましい。このような配向膜の形成工程の一例を図14、図15に示す。図14は上記

(1)の配向膜、図15は上記(2)の配向膜の形成工程を示す断面模式図である。図中、32は基板、33は共通電極、34は絶縁層、35aは垂直配向膜領域、35bは水平配向膜領域、35は配向膜、41は水平配向膜、42は垂直配向膜、71はレジスト、72はラビングローラーである。以下に各工程を説明する。

【0033】まず、図14の工程について説明する。基板32上に共通電極33、絶縁層34等必要な部材を形成し、その上にラビング処理によって水平配向性を示し、未処理の場合には垂直配向性を示す配向膜を形成する。この時点では、配向膜は全面垂直配向膜領域35aである。(図14(a))。

【0034】上記配向膜35aの垂直配向性を残す領域にレジスト71を形成する(図14(b))。

【0035】ラビングローラー72で全面にラビング処理を施す(図14(c))。

【0036】レジスト71を剥離すると、ラビング時にレジスト71で保護されていた垂直配向膜領域35aと、ラビング処理による水平配向膜領域35bとを有する配向膜35が得られる。

【0037】次に、図15の工程について説明する。基板32上に共通電極33、絶縁層34等必要な部材を形成し、その上に水平配向膜41を形成する(図15(a))。

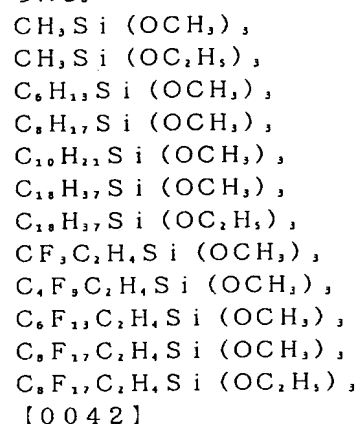
【0038】次いで、水平配向膜41上の水平配向膜領域を残す領域にレジスト71を形成し、その上に全面に垂直配向膜42を形成する(図15(b))。

【0039】レジスト71を剥離することにより、水平配向膜領域上の垂直配向膜が剥離され、垂直配向膜領域にのみ垂直配向膜42が残される(図15(c))。

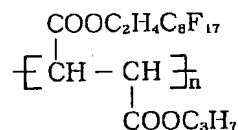
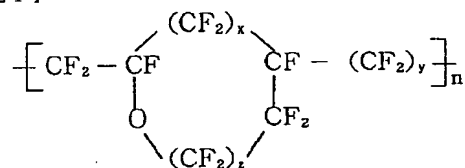
【0040】必要に応じて、ラビングローラー72によりラビング処理を施す(図15(d))。

【0041】本発明において用いられる配向膜として、例えば、図14の形成工程によって部分的に垂直配向膜領域を形成し得る素材としては、フッ素置換基を有する

ポリイミドが挙げられる。また、図15の形成工程によって形成される水平配向膜41としては、例えば、ポリビニルアルコール、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリビニルアセタール、ポリ塩化ビニル、ポリ酢酸ビニル、ポリアミド、ポリスチレン、セルロース樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、アクリル樹脂などの樹脂類、或いは感光性ポリイミド、感光性ポリアミド、環状ゴム系フォトレジスト、フェノールノボラック系フォトレジスト或いは電子線フォトレジスト(ポリメチルメタクリレート、エポキシ化-1,4-ポリブタジエンなど)などが挙げられ、垂直配向膜42としては、下記構造式で示される化合物が挙げられる。



【化1】

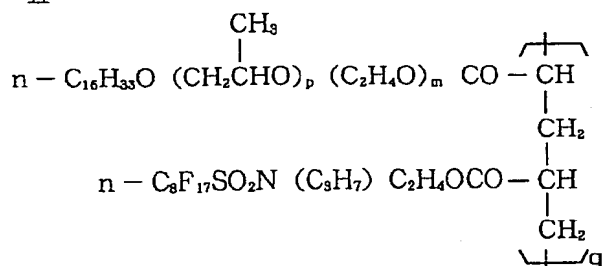


【0043】 $[n - \text{C}_6\text{F}_5, \text{SO}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{C}(\text{OO})\text{CrCl}_2,$

$n - \text{C}_6\text{F}_5, \text{SO}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_6\text{H}_5\text{Si}(\text{OCH}_3),$

【0044】

【化2】



$$(p = 2 \sim 8, m = 8 \sim 42, q = 2 \sim 10)$$

【0045】次に、本発明の液晶素子の一実施形態の1画素分の断面模式図を図10に、当該液晶素子を組み込んだディスプレイパネルの平面模式図を図12に示す。本液晶素子は、スイッチング素子としてTFTを用いたアクティブマトリクス型の液晶素子であり、図12に示すように、複数の画素電極30をマトリクス状に配置し、各画素電極30毎に配置したTFT37のゲート電極を走査信号線53に、ソース電極を情報信号線54にそれぞれマトリクス配線し、各走査信号線53には走査信号印加回路より順次走査選択信号（TFT37のオン信号）を印加し、該走査選択信号と同期して情報信号印加回路52より所定の階調表示情報を持った情報信号を印加して選択されたラインの画素電極30に書き込み、所定の電圧を液晶層に印加して表示を行なう。

【0046】図10において、20は基板、21はゲート電極、22はゲート絶縁膜、23は半導体層、24はオーミックコンタクト層、25はソース電極、26はドレイン電極、27は絶縁層、28はパッシベーション膜、29は保持容量電極、30は画素電極、31は水平配向膜、32は基板、33は共通電極、34は絶縁層、35は垂直配向膜領域35aと水平配向膜領域35bとを有する配向膜、37はTFT、38は液晶層、36a、36bはラビング方向である。

【0047】図10の液晶素子において、透過型の場合には基板20には通常ガラスやプラスチック等の透明性を有する基板が用いられ、反射型の場合にはシリコン基板など不透明な基板が用いられる場合もある。画素電極30及び共通電極33は、透過型の場合にはいずれもITO等透明導電材を例えば真空成膜法により150nm程度の厚みで成膜して用いる。反射型の液晶素子の場合には、画素電極30を反射性の高い金属で形成して反射板を兼ねる場合もある。半導体層23としては、一般にアモルファス（a-）Siが用いられ、例えば、水素希釈したモノシラン（SiH₄）をグロー放電分解法（プラズマCVD）によって約300℃のガラス基板上に約200nmの厚みで堆積して用いる。その他、多結晶（p-）Siも好ましく用いられる。さらに、オーミックコンタクト層24としては、例えば、n⁺a-Si層にリンをドーピングして用いる。ゲート絶縁膜22とし

ては、窒化シリコン（SiN_x）が用いられ、例えばグロー放電分解法により形成される。さらに、ゲート電極21、ソース電極25、ドレイン電極26、保持容量電極29、配線等には一般にAl等の金属が用いられる。保持容量電極29については、面積が広い場合には、ITO等の透明導電材を用いる場合もある。絶縁層34にはTa₂O₅などが用いられ、例えば真空成膜法により厚さ100nm程度に堆積する。さらに、絶縁層27及びパッシベーション膜28には窒化シリコン等の絶縁膜が好ましく用いられる。

【0048】本実施形態の液晶素子は、全面ツイスト配向させて保持する上では、個々の画素電極30を取り囲むように垂直配向膜領域35aを形成し、該領域において液晶分子をハイブリッド配向させることが望ましい。本発明においては、ツイスト配向を安定化させるために設けるハイブリッド配向領域は、表示に影響しない領域に形成することが好ましい。従って、図10の実施形態に示されるように、画素電極間隙に形成し、該領域に対応するブラックマトリクス（不図示）によって当該領域を遮光すれば、ハイブリッド配向領域はブラックマトリクスの開口部で形成される画素の外側に配置することになる。また、ハイブリッド配向領域を形成する場合、垂直配向膜領域は図10に示すように共通電極基板側に限定されず、TFT基板側（20）に形成しても構わない。

【0049】また、図11に、水平配向膜41上に部分的に垂直配向膜42を形成して、垂直配向膜領域において液晶分子をハイブリッド配向させる形態を示す。本実施形態においては、垂直配向膜42を、画素電極に若干入り込んだ領域にまで形成することにより、画素電極間隙がツイスト配向状態になり液晶に印加された電圧の減衰によって画素内の配向を変化させる影響を避けることができる。この場合にも、垂直配向膜42に対応してブラックマトリクス（不図示）を形成することにより、ハイブリッド配向領域は画素の外側に配置することになる。

【0050】ハイブリッド配向領域或いは垂直配向領域は、ツイスト配向状態の無電界時における安定化のためには、図10、図11に示した実施形態の如く、画素毎

に画素電極を取り囲む画素電極間や、図17の101に示すように、複数の画素を取り囲むように配線上に形成することが好ましいが、所望の効果が得られるのであれば、配線上にドット状或いはストライプ状(図18)に形成する等、適宜形成領域は選択することができる。

尚、図17及び図18の如く、配線上にハイブリッド配向領域或いは垂直配向領域を形成することにより、配線に印加される電圧と対向する基板の共通電極に印加される電圧とによって、当該領域の液晶に電圧が印加され、ハイブリッドA配向状態或いは垂直配向状態とすることができ

【0051】上記図10、図11に示した実施形態の液晶素子の駆動波形の一例を図16に示す。図中(a)～(c)は1ライン目、2ライン目、及びnライン(最終ライン)目の走査信号線に印加する走査信号波形、

(d)は1列目の情報信号線に印加する情報信号波形、

(e)は1ライン目かつ1列目の画素の液晶に印加される電圧波形を示す。

【0052】本発明の液晶素子をベンド配向状態で駆動する場合においても、駆動電圧の低電圧側に保持電圧以上の電圧を印加することにより、より応答速度を向上することができ

【0053】本発明の液晶素子は、透過型の場合には、図13に示すように、その外側に偏光子63a、63bを配置して用いる。図中、61が本発明の液晶素子である。この時、液晶素子61の配向膜のラビング方向64に対して、クロスニコルに配置した偏光子63a、63bの偏光軸が45°をなすように配置する。液晶素子が反射型の場合には、偏光子63aは不要である。

【0054】また、本発明の液晶素子には、リタデーションが正の一軸性の位相補償板(複数の位相差フィルムを重ね合わせたもの)62aを配置することにより、所定の電圧値における液晶層を通過する光のリタデーションを相殺し、当該電圧値における黒表示の光学補償を行なうことができるため、このような位相補償板62aを用いることが好ましい。さらに、液晶層の中央部の液晶分子は、電圧を印加した状態では基板法線方向の成分が多く、視野角特性を悪くする原因となるため、z方向(基板の法線方向)の成分を相対的に小さくしたリタデーションが負の位相補償板62b($R < 0$)を用いることにより、液晶層中の基板に垂直な方向と水平な方向とのリタデーション差を補正して視野角特性を改善することが好ましい。尚、位相補償板62a、62bの代わりに、両者の機能を有する2軸性の位相補償板を用いることもできる。

【0055】本発明の液晶素子においては、上記したようにネマチック液晶を用い、特定の配向膜を形成して所定の液晶配向が得られるように構成すれば、他の構成部材についてはその素材、形状、大きさ、製法等については特に限定されず、従来の液晶素子の技術を適用するこ

とが可能である。

【0056】

【実施例】(実施例1)本発明の第一の実施例として、画素電極の周囲にハイブリッド配向領域を形成した液晶素子を作製した。本液晶素子は、図14に示した工程を用いて作製した。即ち、ガラス基板上に透明電極として厚さ150nmのITO膜を真空成膜法で形成し、その上に厚さ100nmの Ta_2O_5 を真空成膜法で成膜した。その上に、配向膜材料(日立化成社製「LQ1800」)をスピナー塗布し、270°で20分間、ホットプレート上で焼成して厚さ20nmの配向膜を形成した。さらにその上に所望のパターンのフォトマスクレジスト(東京応化社製「TPAR」)を形成し、ラビング処理した後、上記レジストを剥離した。ラビング強度は、ブレチルト角が10°になる条件に設定した。その結果、1cm×1cmの電極面積の範囲に、正方形の水平配向領域を囲むように200μmピッチで幅10μmの垂直配向領域を有する第一の基板が得られた。

【0057】上記レジストを形成しない以外は全く同じ工程で、全面が水平配向処理を施された第二の基板を形成した。

【0058】上記2枚の基板を、ラビング方向が同一方向になるように対向配置して直径5μmのスペーサーを介して貼り合わせ、ノンカイラルネマチック液晶(チッソ社製「KN-5027」)を注入して液晶素子を作製した。

【0059】上記液晶の主な物性パラメータは以下の通りである。

ネマチック相→等方相転移温度: 81°C

$\Delta\epsilon$ (誘電率異方性): 7.9

Δn (屈折率異方性): 0.159

【0060】上記液晶素子は、液晶注入直後は全面スプレイ配向していた。この素子に、電圧 $V_0 = 2.0V$ を印加することで、スプレイ配向領域内にベンド配向の核を発生させることができ、さらに、4.4Vまで昇圧することで、全面ベンド化することができた。次に、印加電圧を0Vとすると、ハイブリッド配向領域で囲まれた水平平行配向領域の液晶がツイスト配向に変化した。

【0061】さらに、上記ツイスト配向している素子に電圧を印加してゆくと、 $V_{0.1} = 0.7V$ でベンド配向に変化した。

【0062】比較のために、前記第一の基板においてレジストを形成しない以外は全く同様にして液晶素子を作製し、同様に電圧を印加したところ、ベンド配向の核は2.5Vで発生し、全面ベンド配向するために必要な電圧は5.8Vであった。さらに、ベンド配向状態を保持するために必要な保持電圧は1.9Vであった。先の本実施例の液晶素子においては、ツイスト配向とベンド配向間の配向変化が連続的に行なわれるため、ベンド配向を保持するための保持電圧 $V_{0.1}$ は $V_{0.1}$ と同じ0.7Vで

あった。即ち、使用時直前の再度のベンド配向処理が実質不要になり、保持電圧も大幅に低減することができた。

【0063】(実施例2) 実施例1における第二の基板をTFT基板に変更し、光学補償を用いた駆動特性を測定した。本実施例の液晶素子は図10に示した構成を有し、画素電極間隙を埋めるようにハイブリッド配向領域を設け、TFT37の半導体層23にはグロー放電分解法による厚さ約200nmのa-Si層を用いた。また保持容量は約9pfに設定した。

【0064】駆動電圧として±2.0Vと±5.3Vを用い、ベンド化処理には5.3Vで60Hzの矩形信号と0Vを交互に印加して行なった。

【0065】駆動波形は図16の波形を用い、 $V_{+} = 10V$ 、 $V_{-} = -10V$ 、 $\Delta T = 16\mu s$ 、情報信号電圧は画像表示時に±2.0～±5.3V、共通電極電位を基準電位にそれぞれ設定した。2.0V印加時と5.3V印加時のリタデーション差は190nmであり、±2.0Vで黒表示(ノーマリブラック)を行なうために320nmの位相補償板を用いて光学補償を行なった。応答速度は電圧2.0Vの状態から5.3Vへの時間が0.5msであり、電圧5.3Vの状態から2.0Vへの時間が5.0msであった。本実施例の液晶素子では、画像表示時に0V～4.0Vを用いるとツイストベンド間のスイッチングを行なうこともできる。

【0066】本実施例の液晶素子は図13に示すように一対の偏光子をクロスニコルに配置してその間に本例の液晶素子をラビング軸が偏光軸に45°傾いて位置するように配置した。ノーマリブラック表示での黒表示の光学補償を行なうためにリタデーション=320nmの正の位相補償板を配置し、さらに、負のリタデーションの位相補償板を配置して視野角特性を改善した。図13において、液晶素子61と位相補償板62aを通過した光の屈折率楕円体の基板に垂直な方向の屈折率を n_x 、それに直交する方向の屈折率を n_x' (n_x と n_x' に直交する方向の屈折率 $n_y = n_x$)とし、位相補償板62bの屈折率楕円体の基板に垂直な方向の屈折率を n_x'' 、それに直交する方向の屈折率を n_x''' (n_x'' と n_x''' に直交する方向の屈折率 $n_y' = n_x''$)とすると、 $n_x' = n_x$ 、 $n_x''' = n_x$ となるように位相補償板62bを設定した。

【0067】(実施例3) 配向膜材料と液晶材料を変える以外は、実施例2と同じ構成の液晶素子を作製した。第一の基板の配向膜は、図8に示した工程を用いて作製した。即ち、第一の基板のITO膜上に、配向膜材料(日本合成ゴム社製「AL-0656」)をスピンナー塗布し、200℃で30分間焼成して厚さ50nmの配向膜を形成した後、水平配向領域を保護するレジスト(東京応化社製「OFPR800」)を形成し、表面処理剤(スリーエム社製「FC-805」)を水とIPA

(イソプロパノール)の混合溶液に希釈して散布し、110℃にて焼成した。その後、レジストを剥離除去し、水平配向領域においてプレチルト角が7°になるようにラビング処理を施した。第二の基板の配向膜は、上記水平配向膜(AL-0656)のみである。

【0068】液晶材料としては、チッソ社製「KN-5030」を用いた。その主な物性パラメータは下記の通りである。

ネマチック相→等方相転移温度: 80℃

10 $\Delta\epsilon$ (誘電率異方性): 10.4

Δn (屈折率異方性): 0.130

【0069】駆動電圧として±2.0Vと±6.0Vを用い、ベンド化処理には6.0Vで60Hzの矩形信号と0Vを交互に印加して行なった。

【0070】駆動波形は図16の波形を用い、 $V_{+} = 10V$ 、 $V_{-} = -10V$ 、 $\Delta T = 16\mu s$ 、情報信号電圧は画像表示時に±2.0～±6.0V、共通電極電位を基準電位にそれぞれ設定した。2.0V印加時と6.0V印加時のリタデーション差は150nmであり、±2.0Vで黒表示(ノーマリブラック)を行なうために250nmの位相補償板を用いて光学補償を行なった。応答速度は電圧2.0Vの状態から6.0Vへの時間が1msであり、電圧6.0Vの状態から2.0Vへの時間が10msであった。本実施例の液晶素子では、画像表示時に0V～4.0Vを用いるとツイストベンド間のスイッチングを行なうこともできる。

【0071】本実施例の液晶素子は、実施例2と同様に、1度の電界印加処理によって安定したツイスト配向が得られ、ベンド配向の保持電圧も低減し、2.0Vでツイスト配向からベンド配向に転移し、実質的に使用時直前のベンド配向処理が不要となった。

【0072】(実施例4) 図8に示したような、3×4画素の画素電極を形成し、各画素に独立に電圧を与えることができるように、各画素電極から独立に信号線を引き出し、対向電極については全面共通電極とした液晶素子を構成した。画素電極に対応する領域は水平平行配向領域とし、画素電極間をハイブリッド配向領域とした。配向処理及び液晶材料は実施例1と同様である。

【0073】この液晶素子をラビング方向に平行にクロスニコルに配置した偏光板間に挟むと、初期状態ではスプレイ配向のため、各画素とも「暗」状態であった。次いで、「明」状態にした画素に、±5Vの交流を印加して、一度ベンド配向させた後、電圧を切ると、該当する画素のみツイスト配向を保持して「明」状態となった。数日間、無電界で放置しても各画素の配向状態は保持され、無電界で表示がメモリーさせることが確認された。表示が無電界で保持されることから、消費電力の非常に小さいディスプレイに適応できる。

【0074】
50 【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

ベンド配向を用いて表示する液晶素子において、再使用時のベンド化電圧及び保持電圧を大幅に低減して、駆動電圧を低減して省電力化を図ることができる。

【0075】特に、本発明においては、ハイブリッド配向領域或いは垂直領域で適宜所定の領域を取り囲むように構成し、ツイスト配向を安定化して保持することにより、実質的に再ベンド化処理を不要とし、同時にベンド配向の保持電圧を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる液晶の配向構造を模式的に示した図である。

【図2】本発明にかかるベンド配向構造を模式的に示した図である。

【図3】本発明にかかるスプレイ配向領域とハイブリッドB配向領域の境界領域部における液晶ダイレクタの模式図である。

【図4】本発明にかかるスプレイ配向領域とハイブリッドA配向領域の境界領域部における液晶ダイレクタの模式図である。

【図5】本発明にかかるツイスト配向領域とハイブリッドB配向領域の境界領域部における液晶ダイレクタの模式図である。

【図6】本発明にかかるツイスト配向領域とハイブリッドA配向領域の境界領域部における液晶ダイレクタの模式図である。

【図7】本発明にかかるツイスト配向領域とベンド配向領域の境界領域部における液晶ダイレクタの模式図である。

【図8】本発明の液晶素子の配向領域の組み合わせの一例の模式図である。

【図9】本発明にかかる液晶の配向状態の変化を模式的に示した図である。

【図10】本発明の液晶素子の一実施形態の1画素の断面模式図である。

【図11】本発明の液晶素子の他の実施形態の1画素の断面模式図である。

【図12】本発明の液晶素子の一実施形態と周辺駆動回路を組み込んだディスプレイパネルの平面模式図である。

【図13】本発明の液晶素子と他の部材との組み合わせを模式的に示した図である。

【図14】本発明にかかる配向膜の形成工程の一例を示す断面模式図である。

【図15】本発明にかかる配向膜の形成工程の他の例を示す断面模式図である。

【図16】本発明の液晶素子の一実施形態の駆動波形の一例を示す図である。

【図17】本発明の液晶素子におけるハイブリッド配向

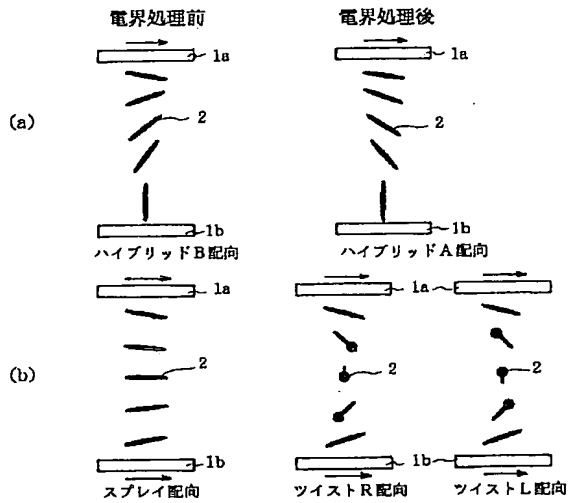
領域或いは垂直配向領域の一例を示す平面模式図である。

【図18】本発明の液晶素子におけるハイブリッド配向領域或いは垂直配向領域の他の例を示す平面模式図である。

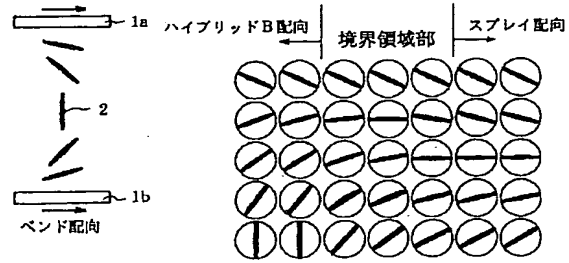
【符号の説明】

- 1 a, 1 b 基板
- 2 液晶ダイレクタ
- 3 水平平行配向領域
- 4 ハイブリッド配向領域
- 11 スプレイ配向領域
- 12 ハイブリッド配向領域
- 13 ベンド配向領域
- 14 ツイスト配向領域
- 20 基板
- 21 ゲート電極
- 22 ゲート絶縁膜
- 23 半導体層
- 24 オーミックコンタクト層
- 25 ソース電極
- 26 ドレイン電極
- 27 絶縁層
- 28 バッシベーション膜
- 29 保持容量
- 30 画素電極
- 31 配向膜
- 32 基板
- 33 共通電極
- 34 絶縁膜
- 35 配向膜
- 35 a 垂直配向膜領域
- 35 b 水平配向膜領域
- 36 a, 36 b ラビング方向
- 37 TFT
- 38 液晶層
- 41 水平配向膜
- 42 垂直配向膜
- 51 走査信号印加回路
- 52 情報信号印加回路
- 53 走査信号線
- 54 情報信号線
- 61 液晶素子
- 62 a, 62 b 位相補償板
- 63 a, 63 b 偏光子
- 64 (平均) ラビング方向
- 71 レジスト
- 72 ラビングローラー
- 101 垂直配向膜領域

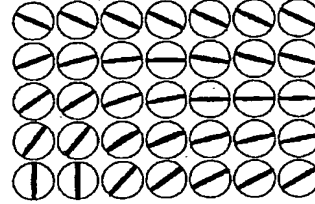
【図1】



【図2】



【図3】

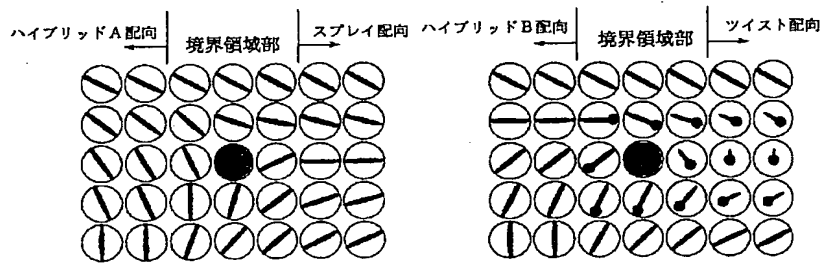


【図7】

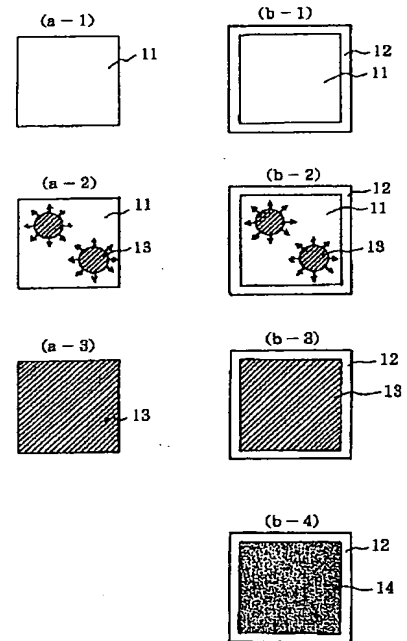


【図4】

【図5】

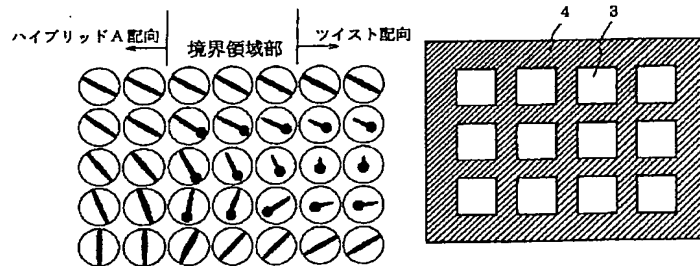


【図9】

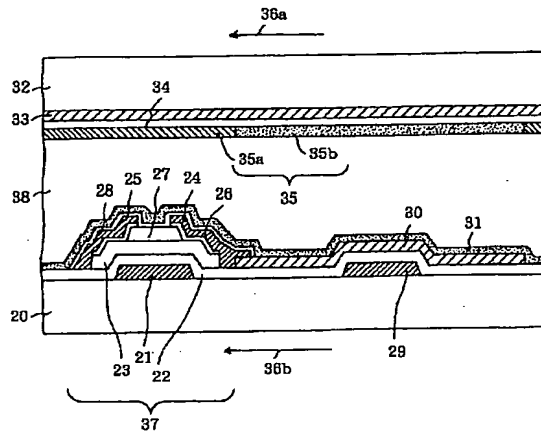


【図6】

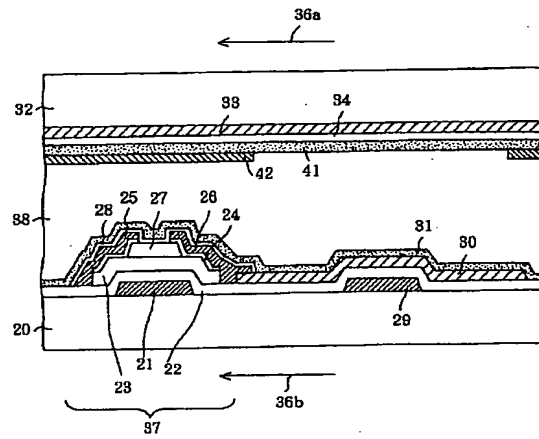
【図8】



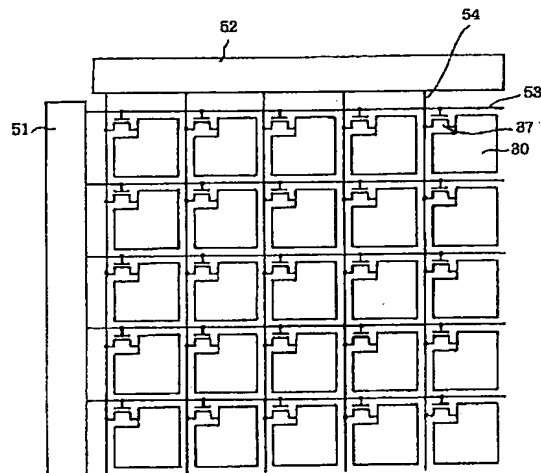
【図10】



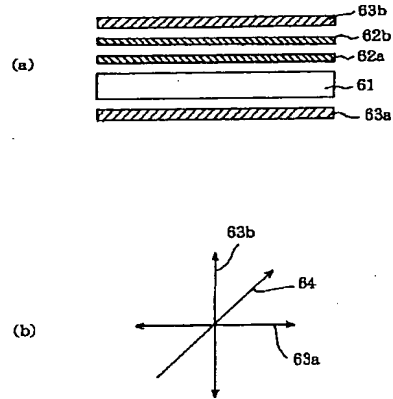
【図11】



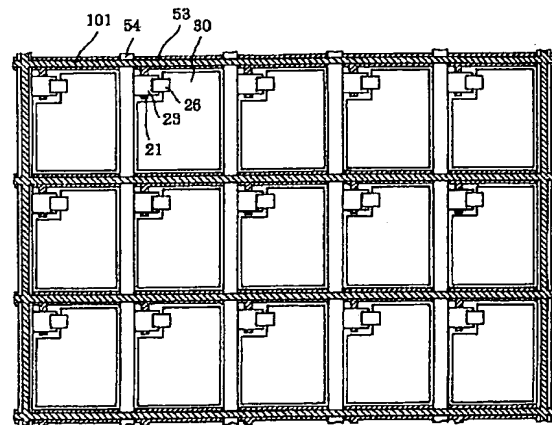
【図12】



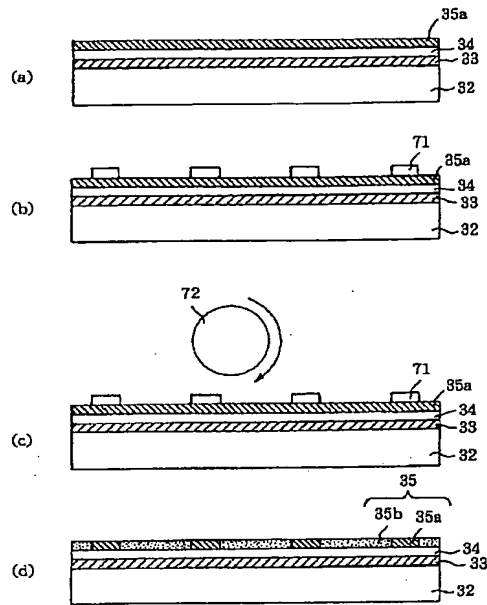
【図13】



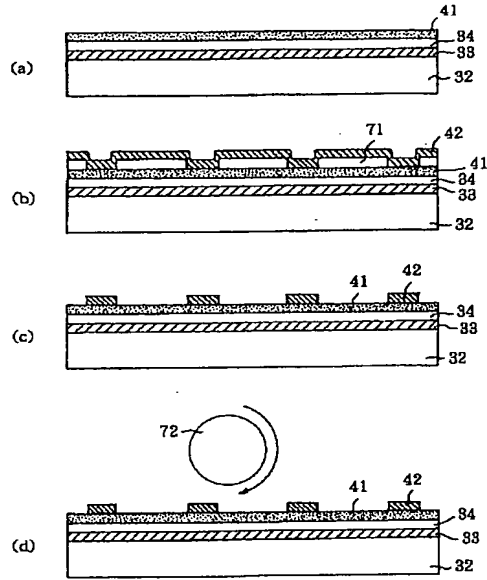
【図17】



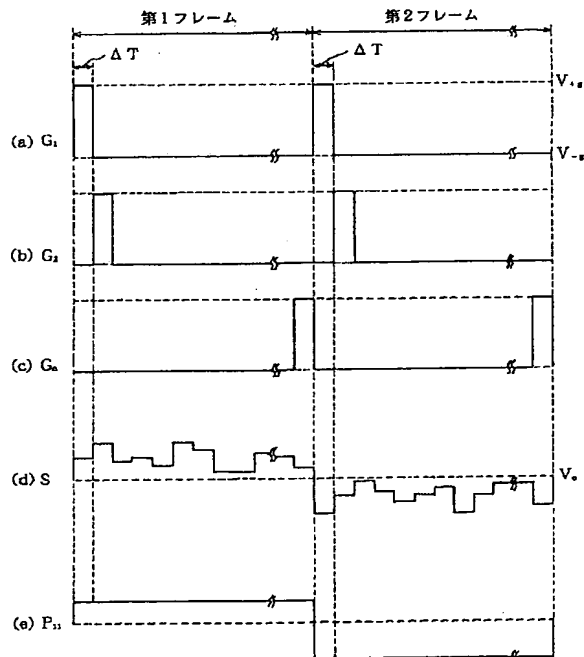
【図14】



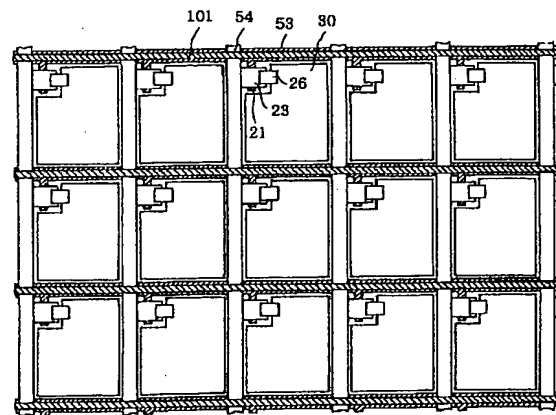
【図15】



【図16】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 棟方 博英
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 渡部 泰之
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 浅尾 恭史
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

Fターム(参考) 2H090 HA14 HB08Y HB15Y HC01
HC05 HC11 KA04 KA13 LA01
LA04 LA05 LA06 MA01 MA02
MA03 MA15 MB01 MB14
2H091 FA08X FA08Z FA11X FA34Y
FD10 GA06 GA13 HA06 HA12
LA30
2H092 JA24 JA28 JA36 JA40 JA44
JA47 JB09 JB52 KA05 KA12
KA15 KA22 KB25 MA03 NA26
PA02 PA09 PA11 QA06 QA12
5C006 BB15 BC06 FA46 FA47 GA03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.